

# Volt-e likviditási válság?

## *Volatilitás és likviditás kapcsolatának vizsgálata*

Széleskörűen alátámasztott, empirikus tény, hogy önmagában a nagyobb volatilitás csökkenti a piac likviditását, vagyis változékonnyabb piacokon várhatóan nagyobb lesz egy-egy tranzakció áreltérítő hatása. Kutatásomban azt a kérdést vizsgáltam, hogy a Budapesti Értéktőzsdén az OTP-részvény piacán a 2007/2008-as válságban tapasztalható, átmeneti likviditáscsökkenés betudható volt-e egyszerűen a megnövekedett volatilitásnak, vagy ezen túl abban más tényezők (pl. a szereplők körének és viselkedésének drasztikus megváltozása, általános forráscsökkenés stb.) is szerepet játszhattak-e. A volatilitást a loghozamok szórásával, illetve a tényleges ársávval, míg az illikviditást a Budapesti Likviditási Mértékkel (BLM) reprezentáltam. Egyrészt azt állapítottam meg, hogy az OTP esetében a tényleges ársáv szorosabban korrelál a BLM-mel, mint a szórás. Másrészt az is egyértelmű, hogy a válság előtti kapcsolat a volatilitás és a likviditás között a válságban és azután már jelentősen megváltozott. Válságban az illikviditás jóval nagyobb volt, mint amit a volatilitás növekedése alapján vártunk, a válság lecsengése után azonban megfordult ez a reláció.<sup>2</sup>

**Kulcsszavak:** likviditás; volatilitás; tényleges ársáv

## 1. BEVEZETÉS

A klasszikus *Markowitz*-féle portfólióelméletben (Markowitz [1952]) a szórás-hozam térben optimalizál minden befektető, annak érdekében, hogy a maximális hasznosságot éri el. Markowitz szerint, amennyiben feltételezhetjük azt, hogy a hozamok eloszlása normális, akkor elég ismernünk a várható értéket és a szórást, és ennek az alapján a befektetők végre tudják hajtani az optimalizálást. Azonban egy lényeges tényezőt figyelmen kívül hagy a modell: azt, hogy nem tudunk a középárfolyamon kereskedni egy termékkel sem, vagyis a likviditás hiányából fakadó tranzakciós költséggel nem számol. Amennyiben figyelembe vesszük ezt a járulékos tranzakciós költséget, akkor már nemcsak egy hasznosságmaximalizálási problémát kell megoldaniuk a befektetőknek a szórás-hozam térben, ahol minél nagyobb hozam elérésére a cél adott kockázat mellett, hanem ezzel egy időben a felmerülő költségeket

1 Váradi Kata PhD-hallgató (Budapesti Corvinus Egyetem, Befektetések és Vállalati Pénzügy tanszék)

2 A kutatás annak a PhD-értekezésnek az eredményein alapul, amelyet a szerző a Budapesti Corvinus Egyetem Gazdálkodástudományi Doktori Iskolájának nyújtott be. A szerző köszönettel tartozik a Tanszéki Kutatási Fórumon résztvevő kollégáknak, különösen Makara Tamásnak a hasznos ötletekért; illetve a Budapesti Értéktőzsdének, különösképpen Végh Richárdnak és Réz Évának a támogatásért.

is minimalizálni szeretnék. Egy ilyen komplex feladat megoldásához szükség van arra, hogy ismerjük a likviditás viszonyát a szóráshoz és a hozamhoz képest. Jelen tanulmányomban azt vizsgáltam meg, milyen a kapcsolat a volatilitás és a likviditás között; ezen belül is arra helyeztem a hangsúlyt, hogy megnézzem, nyugodt időszak idején milyen volt a kapcsolat a volatilitás és a likviditás között, és ennek alapján a volatilitás növekedése milyen csökkenést jelezne előre a likviditásban. Ezt követően a válság időszaka során megnéztam, hogy a volatilitás növekedése milyen likviditáscsökkenést okozott a piacon, és ez az érték nagyobb-e vagy kisebb, mint amit a nyugodt időszak alapján becsültünk volna. A vizsgálat célja az volt, hogy áttekintsem, ténylegesen likviditási válság is volt-e a 2007/2008-as krízis, vagy csak a volatilitás növekedésével együttjáró, „természetes” likviditáscsökkenésről volt szó.

## 2. ELMÉLETI HÁTTÉR

A kutatásomat a magyar szakirodalomban található, eddigi eredményekre alapoztam. Ennek megfelelően két kutatást szeretnék kiemelni, az egyik *Michaletzky* [2010] PhD-értekezése, amely a négy legnagyobb, a Budapesti Értéktőzsdén kereskedett részvény (OTP, MOL, Magyar Telekom és Richter) TAQ-adatbázisán különböző likviditási mutatókat vizsgált idősorosan és keresztmetszetben, továbbá a Hurst-együttható segítségével próbálta a jövőbeli likviditást előre jelezni. Ezt két mutató elemzésével tette meg, a forgalom és a bid-ask spread előrejelzésével. A másik pedig *Csávás és Erhart* [2005] kutatása, a szerzők a magyar deviza- és állampapírpiacon vizsgálták többek közt a volatilitás és likviditás kapcsolatát.

*Michaletzky* [2010] legfőbb eredményei közé tartozik egyrészt, hogy a tranzakciók közötti időközök (*duration*) előre jelezhetőek, azonban turbulens időszakokban ez a hatás kevésbé jelentős. Arra is rámutatott, hogy az egyes részvények esetében nincs nagy eltérés az időköz előrejelzésének tekintetében, míg a bid-ask spread előrejelzése egyik részvény esetében sem volt jelentős. Másik lényeges eredménye az volt, hogy a relatív spread és a darabban mért forgalom között erős pozitív kapcsolat van, a korreláció mértéke 0,82 volt. Állítása szerint ez azt jelzi, hogy a likviditás egyik dimenzió szerinti javulása gyakran jár együtt egy másik dimenzió szerinti romlásával. Harmadrészt érdekes eredménye még, hogy a százalékos tényleges ársáv (*true range*) és a relatív spread között erős pozitív kapcsolat van (a korreláció 0,82), ami azt jelzi, hogy a nagy árfolyam-ingadozásban megjelenő bizonytalanság megnöveli a spreadet, vagyis a volatilitás és a likviditás erősen korrelál.

*Csávás és Erhart* [2005] vizsgálata ugyanabból az eredményből indult ki, mint amire *Michaletzky* [2010] jutott, vagyis hogy a bid-ask spread és a forgalom között erős pozitív kapcsolat van, holott negatív kapcsolatnak kéne lennie. *Csávás és Erhart* [2005] ezt a jelenséget a volatilitásnak tudta be. Állításuk szerint a növekvő volatilitás következtében az árjegyzők növelik a spreadet annak érdekében, hogy a megnövekedett kockázataikat beárazzák, miközben a megnövekedett volatilitás a forgalom növekedését vonja maga után, főleg turbulens időszakokban. Véleményük alapján, amennyiben a spread növekedését a növekvő volatilitás okozza, az nem feltétlenül jelenti a likviditás csökkenését. Ahhoz, hogy következtetést lehessen levonni, ismerni kéne, hogy mi okozza a volatilitás emelkedését (*Grossman–Miller* [1988]). A volatilitás emelkedése ugyanis lehet annak a következménye is, hogy gyorsabban változnak a fundamentumokra vonatkozó várakozások, vagy esetleg

gyorsabban érkeznek új információk a piacra. Ekkor a volatilitás nem káros a likviditásra nézve, hanem arra utal, hogy a piac betölti fő funkcióját: a várakozások megjelenítését a piaci árakban (Csávás–Erhart [2005], 24. o.).

A szerzőpáros nem talált a szakirodalomban olyan modellt, amely megfelelőképpen képes elemezni a volatilitás és a likviditás kapcsolatát. Ezért azt a spread-modellt alkalmazták, amelyre már korábbi kutatások is alapultak (pl. *Galati* [2000], *Wei* [1994] stb.). Az általuk elemzett modell a következő lineáris regresszió volt, amelyet a kutatásuk különböző szakaszaiban egyébtényezőkkel is kiegészítettek:

$$\text{Spread} = a + \beta_1 \text{ volatilitás} + \beta_2 \text{ forgalom} + \beta_3 \text{ koncentráció} + \varepsilon \quad (1)$$

Ezen lineáris regressziót alapul véve elemezte Csávás és Erhart [2005] a spreadet befolyásoló tényezőket; a legfőbb eredmények, amelyeket a volatilitás és a spread összefüggéseiről kaptak, a következők:

- A forintpiaci bid-ask spreadre az egyik legerősebb hatást a volatilitás gyakorolta.
- Az általunk kiválasztott volatilitásmutató együtthatója pozitív.<sup>3</sup> A volatilitás napon belüli ingadozásának 1 százalékponttal való növekedése ceteris paribus 2 bázispontos növekedést okoz a bid-ask spreadben.
- Az eredmények alapján nem tudták egyértelműen eldönteni, hogy a spreadnek a volatilitásból eredő növekedése a piaci likviditás romlására utal-e. Ez attól függ véleményük szerint, hogy mi okozza a volatilitás emelkedését.
- A volatilitás mérséklődése jelentősen képes csökkenteni a spreadet, ami a befektetőknek az alacsonyabb kereskedési költségek, míg az árjegyzőknek az alacsonyabb kockázat miatt kedvező.
- A volatilitást két – várt és nem várt – komponensre bontották, és így is beillesztették a modellbe. A volatilitásból kiszűrték azt a részt, amely a múltbeli információk alapján az adott napra várható volt, a maradék pedig a nem várt komponens. A volatilitás várt és nem várt részei közül csak a nem várt komponens lett szignifikáns, a spreadben tehát a volatilitást érő sokkok tükröződnek. Ez arra utalhat, hogy a spread változására csak az újonnan beérkező információk gyakorolnak hatást, míg a várt volatilitás információs hatása már benne foglaltatik a spreadben.

Összességében ezen eredmények alapján készítettem el a kutatásomat, és vizsgáltam, hogy a volatilitásnak és a likviditásnak milyen kapcsolata van, ugyanis a szakirodalom alapján (Michaletsky [2010], Csávás és Erhart [2005]) azt állapíthatjuk meg, hogy erős pozitív kapcsolat van a két változó között. Azt vizsgáltam, hogy nyugodt időszak alatt milyen kapcsolat volt a volatilitás és a likviditás között, és ennek alapján a volatilitás növekedése milyen csökkenést jelez előre a likviditásban. Ezt az értéket hasonlítottam össze a tényleges válságidőszaki likviditásértékkel. Amennyiben azt az eredményt kapnám, hogy kisebb a likviditás, mint amit becsültünk volna, akkor azzal igazolni lehetne Csávás és Erhart [2005]

3 A volatilitásmutatót kétféleképpen is meghatározták a szerzők: az egyik esetben GARCH-modell segítségével, a másik esetben egy adott napi maximális és minimális árfolyam szintje közötti százalékos eltérést nézték.

állítását, amely szerint a bid-ask spread növekedésébe, ezáltal a likviditás csökkenésébe az új információk volatilitásnövelő hatása épül be, ugyanis a várt volatilitás már eleve tükröződik a bid-ask spread értékében. Továbbá, az eredmény alapján azt a következtetést is le tudom vonni, hogy ténylegesen likviditási válság is volt-e a 2007/2008-as válság, vagy sem.

### 3. A KUTATÁS MÓDSZERTANA

A kutatás során a Csávás és Erhart [2005] által alkalmazott, lineáris regressziót használtam, azzal a különbséggel, hogy a magyarázó változó csak a volatilitás volt, míg a függő változó a likviditás. Ennek következtében ebben a pontban részletesen bemutatam elsősorban a likviditás, másodsorban a volatilitás fogalmát.

A likviditás fogalmának nincs kialakult, egységes definíciója. Kutatásomban azonban a pénzügyi termékek piacának a likviditásával foglalkoztam, így ennek megfelelően a pénzügyi piacokon elterjedt likviditás fogalmát alkalmaztam, amely azt mondja, hogy „*a likvid piac egy olyan piac, ahol nagy volumenű tranzakciók hajthatók végre azonnal vagy rövid időn belül úgy, hogy azok minimális hatást gyakorolnak a piaci árakra*” (BIS [1999], 13. o.).

Vagyis a definíció értelmében annál likvidebb egy piac, minél nagyobb mennyiséget, minél rövidebb idő alatt, minél kisebb árelmozdítással lehet eladni vagy venni azon. A kutatásom során a likviditást a Budapesti Likviditási Mérték (BLM) fogja adni, amely egy tranzakciós költség alapú likviditási mutatószám. Számítási menete megegyezik a Xetra Likviditási Mérték (XLM) számítási menetével, amelyet a Deutsche Börse Group fejlesztett ki 2002-ben:

$$XLM_t = \frac{\sum_i p_{t,i}^{Ask} \cdot q_{t,i}^{Ask} - \sum_i p_{t,i}^{Bid} \cdot q_{t,i}^{Bid}}{p_t^{Mid} \cdot q_t}, \quad (2)$$

ahol  $p_{t,i}^{Ask(Bid)}$  az  $i$ -edik árszintet mutatja az eladási(vételi) oldalon  $t$  időpontban, míg a

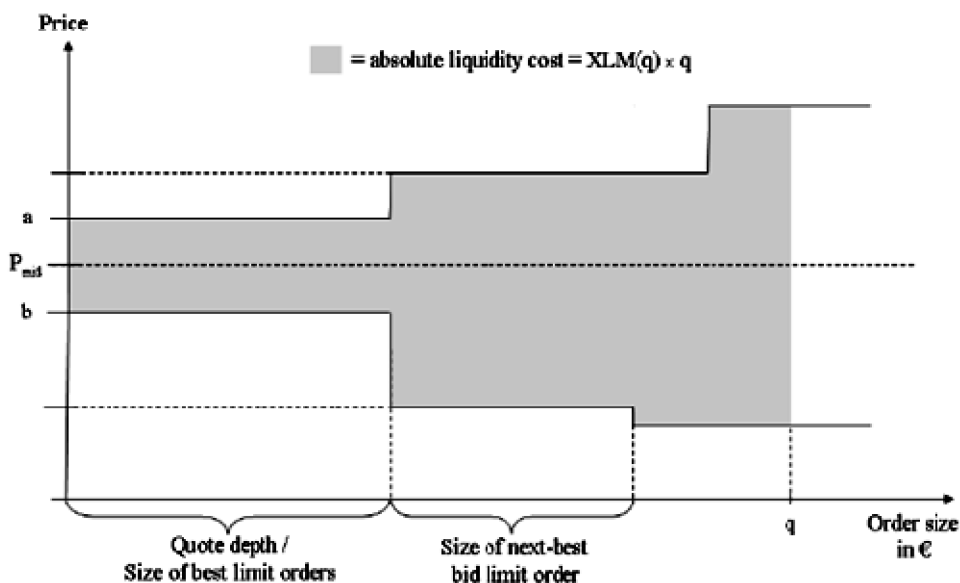
$p_{t,i}^{Ask(Bid)}$  mutatja a az adott árszintmélységet;  $p_t^{Mid}$  pedig a középárfolyam a  $t$  időpontban, és

$$\sum_i q_{t,i}^{Ask} = \sum_i q_{t,i}^{Bid} = q_t \quad (\text{Gomber és Schweikert [2002]}).$$

Az XLM/BLM azt méri, hogy egy kötés értékének hány százalékát teszi ki a tranzakciós költség. Ebből következően a mutató mindig csak adott kötésnagyságra értelmezhető. A könnyebb érthetőség kedvéért az 1. ábra szemlélteti, hogy az XLM/BLM miként számszerűsíti a tranzakciós költséget. Az ábrán a szürke terület a teljes implicit költséget méri. Ha ezt elosztjuk a tranzakció méretével, akkor kapjuk meg a relatív költséget, azaz a Xetra Likviditási Mértéket.

1. ábra

## Az implicit tranzakciós költség kiszámításának szemléltetése



Forrás: Stange és Kaserer [2009], 6.o.

Ha például az 500e euró kötési szinten a likviditási mérték értéke 60 bázispont, akkor amiatt, hogy nem a középárfolyamon teljesül a megbízás egésze, 3000 euró ( $500\,000 \times 0,006 = 3000$ ) implicit költség keletkezik.

A volatilitás mérésére többféle módszer is alkalmazható:

a) Loghozam szórása:  $\sigma = \sqrt{T} \frac{1}{D} \sum_{d=1}^D (r_d - \bar{r})^2$ , ahol  $r_d$  a loghozam ( $r_d = \ln \frac{P_d}{P_{d-1}}$ )  $\bar{r}$  az átlag-

gos loghozam az adott időszak alatt, valamint  $D$  az időszakok száma a  $(0, T)$  időszak alatt. Amennyiben ennek megfelelően becsüljük a szórást, azzal a feltételezéssel élünk, hogy stacioner a becslés alapjául szolgáló idősor, vagyis a hozamok eloszlása megegyezik a hozamok hosszú távú „átlagos” eloszlásával, ami azt jelenti, hogy időben állandó a várható érték és a szórás.

b) GARCH-modellből becsült szórás: amennyiben azt feltételezzük, hogy a hozamok időszora nem stacioner, GARCH (Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity) modellel tudjuk becsülni a hozamok szórását. A GARCH-modellek figyelembe veszik azt a gyakorlatban gyakran megfigyelhető tény, hogy a hozamok szórása perzisztens, vagyis ha egyszer megnő a szórás, akkor hosszú ideig magas marad az értéke. Ez a jelenség okozza a volatilitás klasztereződését (heteroszkedaszticitását), ami a GARCH-modelleknek az alapja (Bollerslev [1986]).

c) *Napi maximális és minimális árfolyam szintje közötti százalékos eltérés*:  $\text{vol} = \frac{P_t^H - P_t^L}{P_t^L}$ ,

ahol  $P_t^H$  a napi legmagasabb árfolyam,  $P_t^L$  pedig a napi legalacsonyabb árfolyam.

d) *Tényleges ársáv (true range – TR)*:  $\text{TR} = \max(P_t^H; P_{t-1}^C) - \min(P_t^L; P_{t-1}^C)$ , ahol  $P_t^H/P_t^L$  az

az időszak során tapasztalt legmagasabb/legalacsonyabb ár, míg  $P_{t-1}^C$  az előző időszak végi záróár (Wilder [1978]).

A BLM és a volatilitás közötti kapcsolatot lineáris regresszió segítségével néztem meg, amihez elengedhetetlen volt, hogy minden egyes kereskedési napra rendelkezésemre álljanak a volatilitás adatai. Adatok hiányában a loghozam szórása nem vizsgálható (ehhez ismerni kellene a napon belüli árfolyamadatokat, amelyek viszont nem álltak a rendelkezésemre). Helyette GARCH-modell segítségével becsültem meg a szórásokat minden egyes napra. Ebben az esetben azzal az implicit feltételezéssel éltem, hogy az általam vizsgált hozamok abból az eloszlásból származnak, amelyet a GARCH-modell a szórás becslése során feltételez, jelen esetben Student-féle T-eloszlásból.

A szórás becslését a következő AR(1)-GARCH(1,1) modell segítségével tettem meg:

$$r_t = c + \phi r_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3)$$

$$\varepsilon_t = \sigma_t \eta_t \quad (4)$$

$$\sigma_t^2 = a_0 + a_1 \varepsilon_{t-1}^2 + b_1 \sigma_{t-1}^2, \quad (5)$$

ahol a (3)-as egyenlet a várható érték egyenletet (feltételes várható értéket) írja le, ahol az  $r_t$  az adott napi loghozamot jelöli, amely az előző napi loghozamtól,  $r_{t-1}$ -től függ. Ezt nevezzük AR(1)-nek, vagyis egy olyan autoregresszív folyamatot leíró egyenletnek, amelyben az adott napi hozamérték az egy időszakkal korábbi hozamértéktől függ. Ezen AR(1) folyamat  $\varepsilon_t$  reziduum értékét azonban egy GARCH(1,1) folyamattal tudjuk becsülni, ahol az  $\varepsilon_t$  értékét a  $\sigma_t$  feltételes szórás, és a  $\eta_t$  szorzataként kapjuk [(4)-es egyenlet], ahol a  $\eta_t$  egy FAE(0,1)<sup>4</sup> valószínűségi változó. Ehhez azonban szükség van arra, hogy a feltételes szórást meghatározzuk, amihez az (5)-ös varianciaegyenletre (feltételes variancia) van szükség. Az (5)-ös egyenlet a feltételes szórásnégyzetet, vagyis varianciát az előző időszak variancia ( $\sigma_{t-1}^2$ ), illetve előző időszaki reziduum ( $\varepsilon_{t-1}^2$ ) négyzetétől teszi függővé. Mivel mind a variancia ( $\sigma_{t-1}^2$ ), mind a reziduum ( $\varepsilon_{t-1}^2$ ) a mostani varianciát közvetlen megelőző időszakból származik, ezért nevezzük a folyamatot GARCH(1,1)-nek (Tulassay [2009]).

A GARCH-modell által megállapított szórásértékeken felül azonban még elemeztem más likviditási mutatót is, a „true range”-et (TR), vagyis a tényleges ársávot. Azért ezt a mutatót alkalmaztam a napi maximális és minimális árfolyam szintje közötti százalékos eltérés helyett, mert jellemzően a tényleges ársávot alkalmazzák a technikai elemzők a volatilitás számszerűsítésére. Azonban a fentebb (d. alpontban) bemutatott tényleges ársáv

4 A FAE(0,1) azt jelenti, hogy független, azonos eloszlású, 0 várható értékű és 1 szórású.

(TR) képletet módosítottam annak érdekében, hogy százalékos formában legyen kifejezve, vagyis a tényleges ársáv értéket osztottam az adott napi átlagos piaci árfolyammal ( $P_t^M$ ):

$$TR = \frac{\max(P_t^H; P_{t-1}^C) - \min(P_t^L; P_{t-1}^C)}{P_t^M} \quad (6)$$

#### 4. EREDMÉNYEK

A vizsgálatot az OTP-részvény piacára végeztem el a 2007. január 1-je és 2010. július 16-a közötti időszakra. A BLM-értéket a legkisebb elérhető, vagyis a 20 000 eurós kötési szint melletti BLM1-érték képviselte, míg a tényleges ársáv értéket és a szórást az előző pontban megadott módszerek alapján számítottam ki.

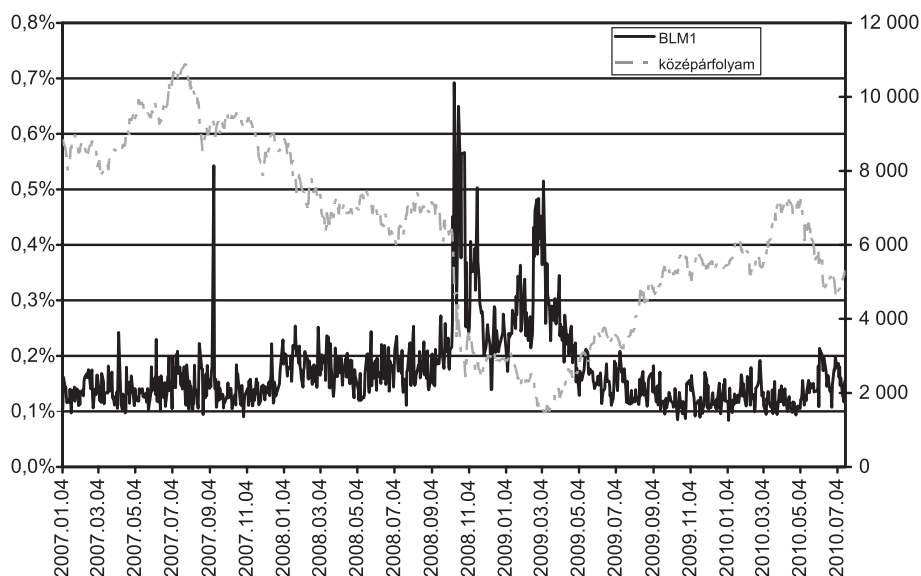
A BLM-érték alapján, Chow-teszt és boxplot ábrák segítségével megnéztem, hogy hol van strukturális törés az adatsorban, ennek alapján három nagy részre tudtam bontani az adatsort:

- nyugodt időszak: 2007. 01. 01.–2008. 10. 16.
- válság alatti időszak: 2008. 10. 17.–2009. 04. 03.
- válság utáni időszak: 2009. 04. 04.–2010. 07. 16.

Ezen három nagy időszakot a 2. ábra szemlélteti, amelyből az látszik, hogy a válság ideje alatt nagymértékben lecsökkent az OTP likviditása. Vagyis a 2. ábra azt mutatja, hogy hogyan alakultak az OTP napi BLM1- és árfolyamadatai 2007. január 1. és 2010. július 16. között.

2. ábra

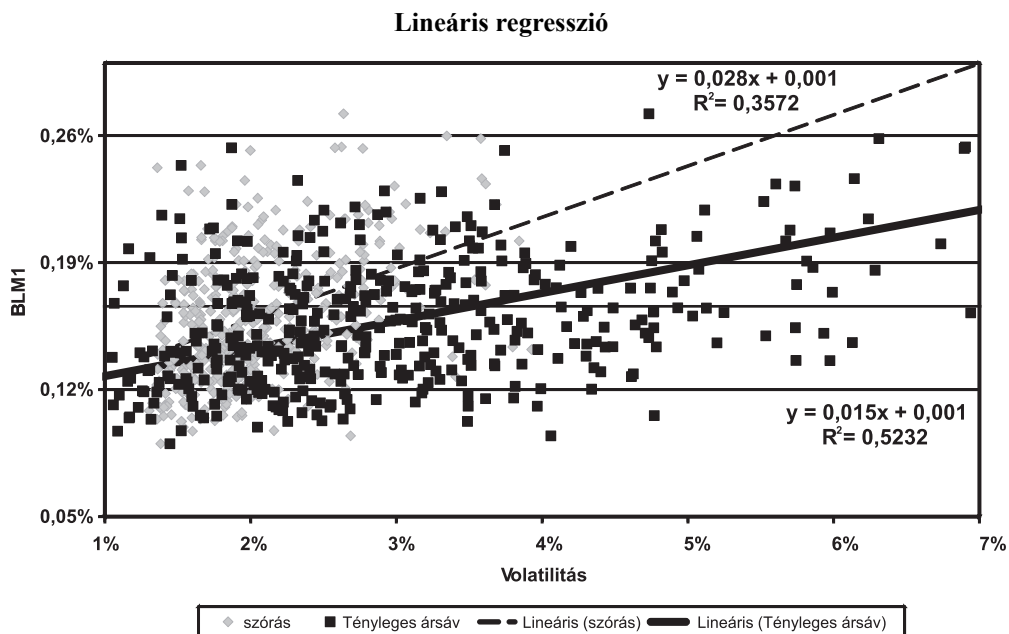
**Az OTP napi átlagos BLM1- és árfolyamértékei  
(2007. 01. 01.–2011. 07. 16.)**



Forrás: saját szerkesztés

A BLM- és a volatilitás-idősorok három részre bontását követően megbecsültem a lineáris regressziót két esetben is: egyszer, amikor a volatilitást a szórás számszerűsítette, és egyszer, amikor a valós ársáv. A két regressziót a 3. ábra mutatja, ahol a regressziós egyenes egyenlete, valamint az R-négyzet értéke is látható. Eredményül azt kaptam, hogy a tényleges ársáv nagyobb magyarázó erővel bírt a likviditás alakulására vonatkozóan, ugyanis az R-négyzet értéke ebben az esetben volt nagyobb (0,52). Emiatt a tényleges ársáv során becsült lineáris regressziót alkalmaztam arra, hogy megbecsüljem, milyen likviditáscsökkenést okozott volna egy olyan volatilitásemelkedés, amilyen a válság során következett be.

3. ábra

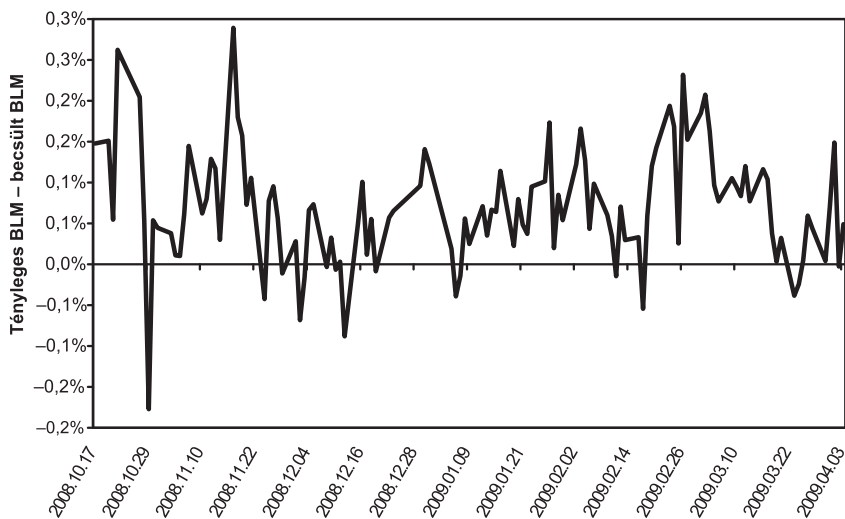


Forrás: saját szerkesztés

A 4. ábra mutatja, hogy mekkora volt az eltérés a tényleges és a becsült likviditás között. Az ábra alapján az állapítható meg, hogy szinte minden nap (114 napból 100-szor) a becsült BLM kisebb volt, mint a tényleges, vagyis nagyobb volt a likviditáshiány, mint amire számítani lehetett. Vagyis ennek alapján azt a következtetést lehet levonni, hogy ténylegesen likviditási válság is volt 2008 során. Továbbá ez igazolja Csávás és Erhart [2005] állítását is, amely szerint a likviditás csökkenésében tükröződik a nem várt volatilitásemelkedés.



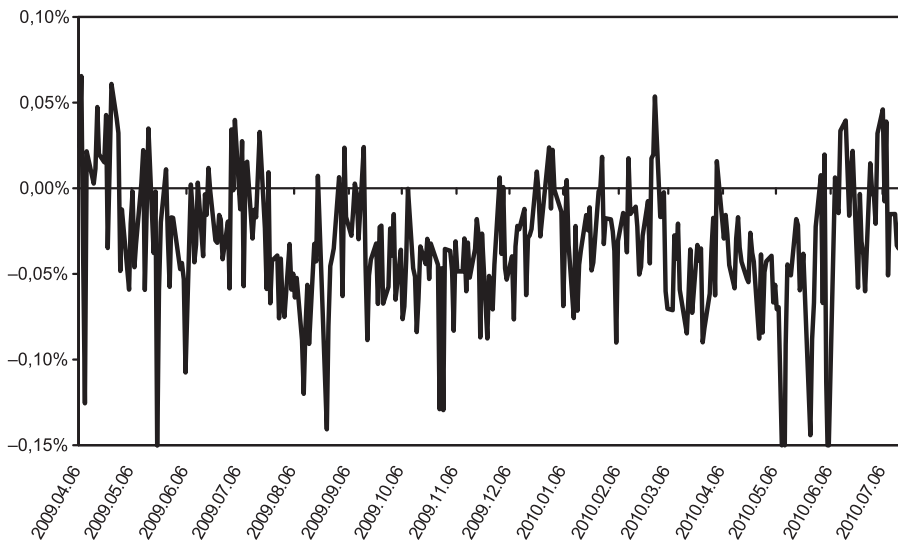
4. ábra

**Eltérés a tényleges és a becsült BLM között a válság alatt**

Forrás: saját szerkesztés

A válságot követően is megvizsgáltam, hogy milyen becslést adnánk a likviditásra vonatkozóan. A becslés során éppen az ellenkezőjét tapasztaltam, mint válság alatt, vagyis szinte minden nap felülbecsültük a likviditáshiányt a lineáris regresszió alapján, amit az 5. ábra mutat.

5. ábra

**Eltérés a tényleges és a becsült BLM között a válságot követően**

Forrás: saját szerkesztés

## 5. KÖVETKEZTETÉSEK

A vizsgálataim során lineáris regresszió segítségével megnéztem, hogy milyen magyarázó ereje van az OTP esetében a volatilitásnak a likviditásra vonatkozóan nyugodt időszak során. Ennek alapján adtam egy becslést a jövőbeli likviditásra a válság idejére. A becslés alapján azt tapasztaltam, hogy a becsült likviditás nagyobb volt, mint a ténylegesen likviditás; ennek alapján azt a következtetést vontam le, hogy a 2007/2008-as válság igazi likviditási válság volt, amit nem lehet egyszerűen a volatilitás növekedésével magyarázni. Ezzel az eredményemmel alátámasztottam Csávás és Erhart [2005] azon állítását is, hogy a likviditás csökkenésében szerepet játszik a nem várt volatilitásemelkedés. További eredményem volt még a kutatás során, hogy a válságot követően a becsült BLM-érték jellemzően magasabb, mint a tényleges érték, vagyis a likviditás jobb a válságot követően, mint amit a volatilitás alapján vártunk volna.

## IRODALOMJEGYZÉK

- Bank for International Settlements [1999]: Market Liquidity: Research Findings and Selected Policy Implications. Committee on the Global Financial System, Publications No. 11.
- BOLLERSLEV, T. [1986]: Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity. *Journal of Econometrics*, Vol. 31, No. 3, pp. 307–327.
- CÁVÁS, CS.–ERHART, SZ. [2005]: Likvidek-e a magyar pénzügyi piacok? – A deviza- és állampapír-piaci likviditás elméletben és gyakorlatban. *MNB tanulmányok* 44.
- GALATI, G. [2000]: Trading Volumes, Volatility and Spreads in FX Markets: Evidence from Emerging Market Countries. BIS Working Papers No. 93, 2000. október.
- GOMBER, P.–SCHWEIKERT, U. [2002]: The Market Impact – Liquidity Measure in Electronic Securities Trading. *Die Bank*, 7/2002.
- GROSSMAN, S. J.–MILLER, M. H. [1988]: Liquidity and Market Structure. NBER Working Paper No. 2641, 1988. július.
- MARKOWITZ, H. M. [1952]: Portfolio selection. *Journal of Finance*, Vol. 7, pp. 77–91.
- MICHALETZKY, M. [2010]: A pénzügyi piacok likviditása, PhD-értekezés, Budapesti Corvinus Egyetem.
- STANGE, S.–C. KASERER [2009]: Market Liquidity Risk – An overview. Working Paper Series, Center for Entrepreneurial and Financial Studies (CEFS) 2009 No. 4, 2009. március 18.
- TULASSAY, ZS. [2009]: A pénzügyi piacok stilizált tényei. Empirikus pénzügyek előadás, 2009. szeptember 15. (kézirat), Budapesti Corvinus Egyetem.
- WEI, S.-J. [1994]: Anticipation of Foreign Exchange Volatility and Bid-ask Spreads. NBER Working Paper No. 4737, 1994. május
- WILDER, W. J. [1978]: New concepts in technical trading systems. McLeansville, N. C.: Trend Research.